



II. Ziemia we wszechświecie

1. Wszechświat i Ziemia

Teoria geocentryczna

→ **Teorię geocentryczną** w II w. n.e. przedstawił grecki astronom **Klaudiusz Ptolemeusz**.

→ Zakładała ona, że:

- centrum wszechświata stanowi nieruchoma Ziemia;
- w odległości 20 000 promieni ziemskich rozpościera się kryształowa sfera, do której przymocowane są gwiazdy stałe;
- wewnątrz niej jest 7 planet w kolejności: Księżyc, Merkury, Wenus, Słońce, Mars, Jowisz i Saturn (najdalsza planeta);
- Księżyc i Słońce biegają ruchem jednostajnym bezpośrednio po deferentach;
- pozostałe planety również poruszają się po okręgach wokół Ziemi, ale wykonują dodatkowo ruch jednostajny po mniejszym torze zwanym epicyklem.



Klaudiusz Ptolemeusz



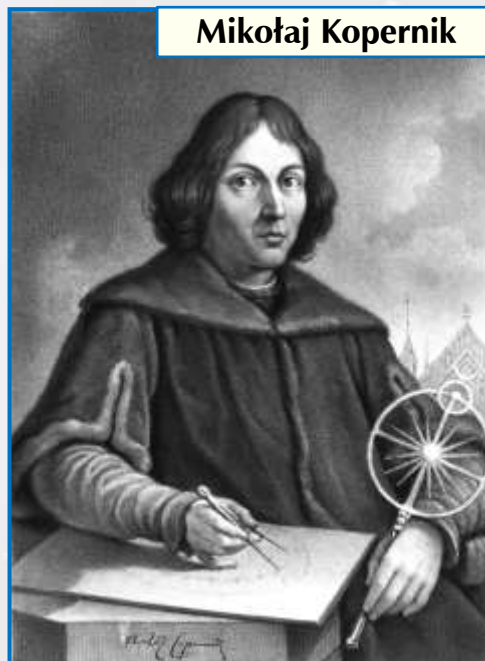
Model geocentryczny Arystotelesa/Hipparcha/Ptolemeusza
(bez zachowania wielkości i skali odległości względem siebie)

Teoria heliocentryczna

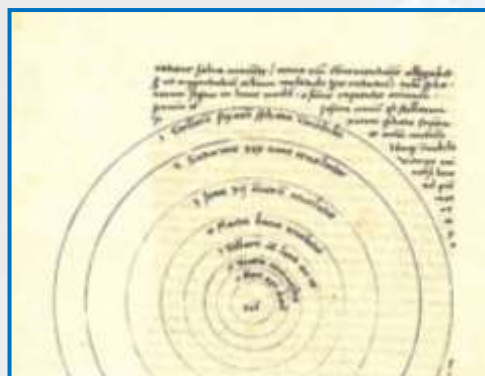
→ **Mikołaj Kopernik** (1473-1543 r.) w dziele *O obrotach sfer niebieskich* przedstawił **teorię heliocentryczną**.

→ Oto jej założenia (w starożytności podobne założenia przedstawił **Arystarch z Samos**):

- planety biegają ruchem jednostajnym po okręgach dookoła Słońca;
- Ziemia jest jedną z planet i również obiega Słońce;
- nieruchome Słońce znajduje się w środku wszechświata;
- gwiazdy pozostają w spoczynku na zewnątrz tego układu;
- rzeczywisty ruch wokół Ziemi wykonuje tylko Księżyc.



Mikołaj Kopernik



Reprodukcja strony dzieła De revolutionibus orbium coelestium z pismem i rysunkiem kreślonym ręką Mikołaja Kopernika (1473-1543).



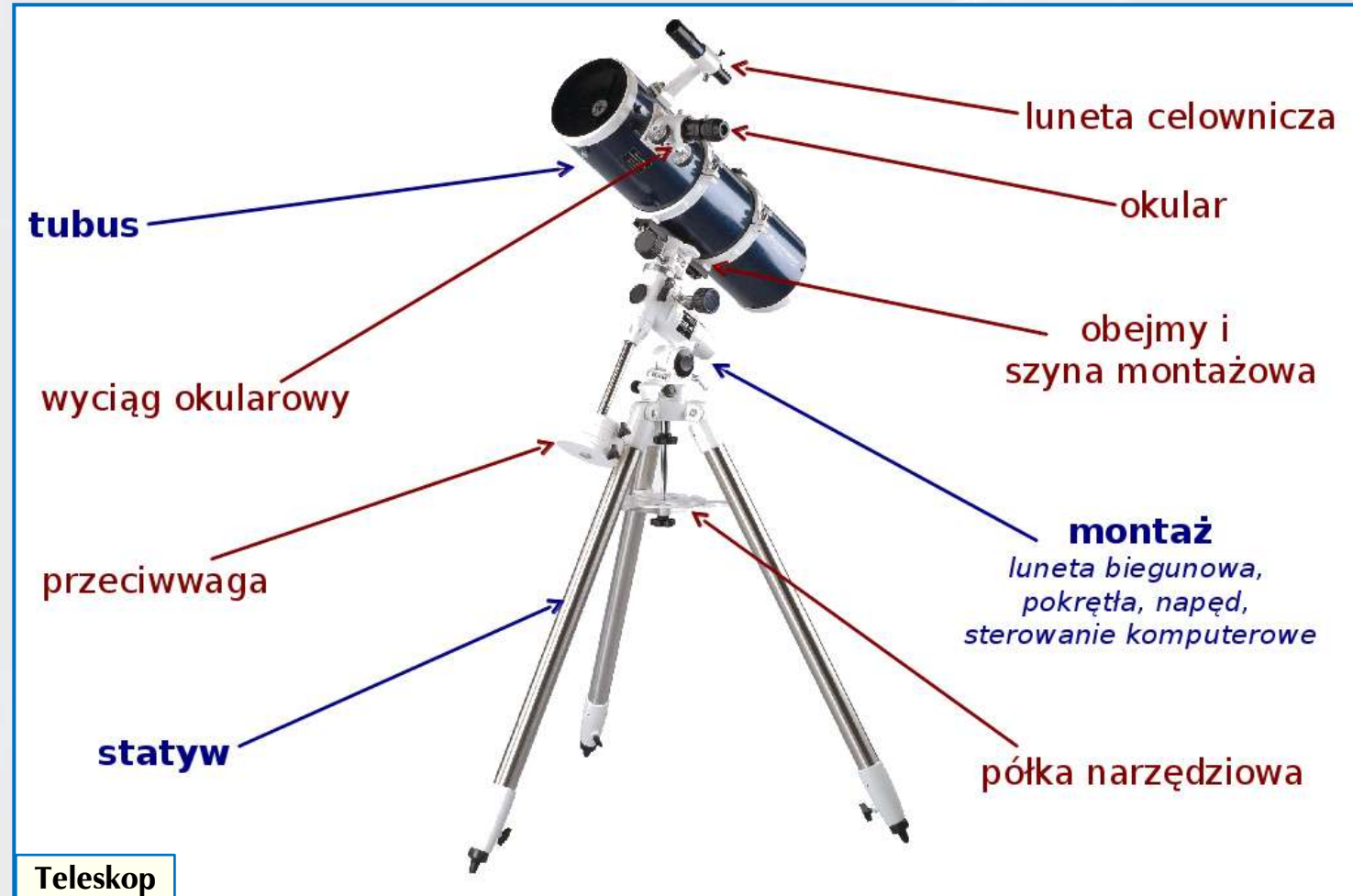
Model heliocentryczny Arystarcha
(bez zachowania wielkości i skali odległości względem siebie)

Precyzowanie wiedzy o Wszechświecie i jego budowie

- **Luneta**, skonstruowana w XVII wieku przez **Galileusza** i **teleskop**, skonstruowany nieco później przez **Izaaka Newtona**, uświadomiły ludziom, że to, co obserwują gołym okiem, jest tylko niewielkim fragmentem otaczającego ich wszechświata.
- Poznawany w coraz większym stopniu i w coraz większej ilości ogrom materii kosmicznej został uporządkowany w galaktyki.



Luneta



Teleskop

Obecne metody badań i eksploracji kosmosu

- Obecnie w celu zdobywania wiedzy o kosmosie wykorzystujemy:
 - **teleskopy optyczne** – najbardziej znanym jest działający na orbicie okołoziemskiej Teleskop Kosmiczny Hubble’a,
 - miejsce takie umożliwia lepsze pomiary, szczególnie w przypadku niektórych długości fal, ponieważ eliminujemy wpływ atmosfery na uzyskiwane wyniki,
 - teleskopy poza kosmosem umieszcza się bezpośrednio na powierzchni Ziemi, zwykle w górach, na pustyniach, czyli wszędzie tam gdzie atmosfera jest możliwie najczystsza;
 - **radioteleskopy** – rejestrujące wysyłane przez obiekty kosmiczne fale radiowe, umieszczane:
 - na powierzchni Ziemi – największy działający obecnie w Chinach radioteleskop “Fast” ma średnicę 500 m,
 - w kosmosie – dzięki nim możemy obserwować pulsary.



Radioteleskop Fast w Chinach



Teleskop Kosmiczny Hubble'a

Obecne metody badań i eksploracji kosmosu

→ Niezmiernie ważne w celu zdobywania wiedzy o kosmosie są także:

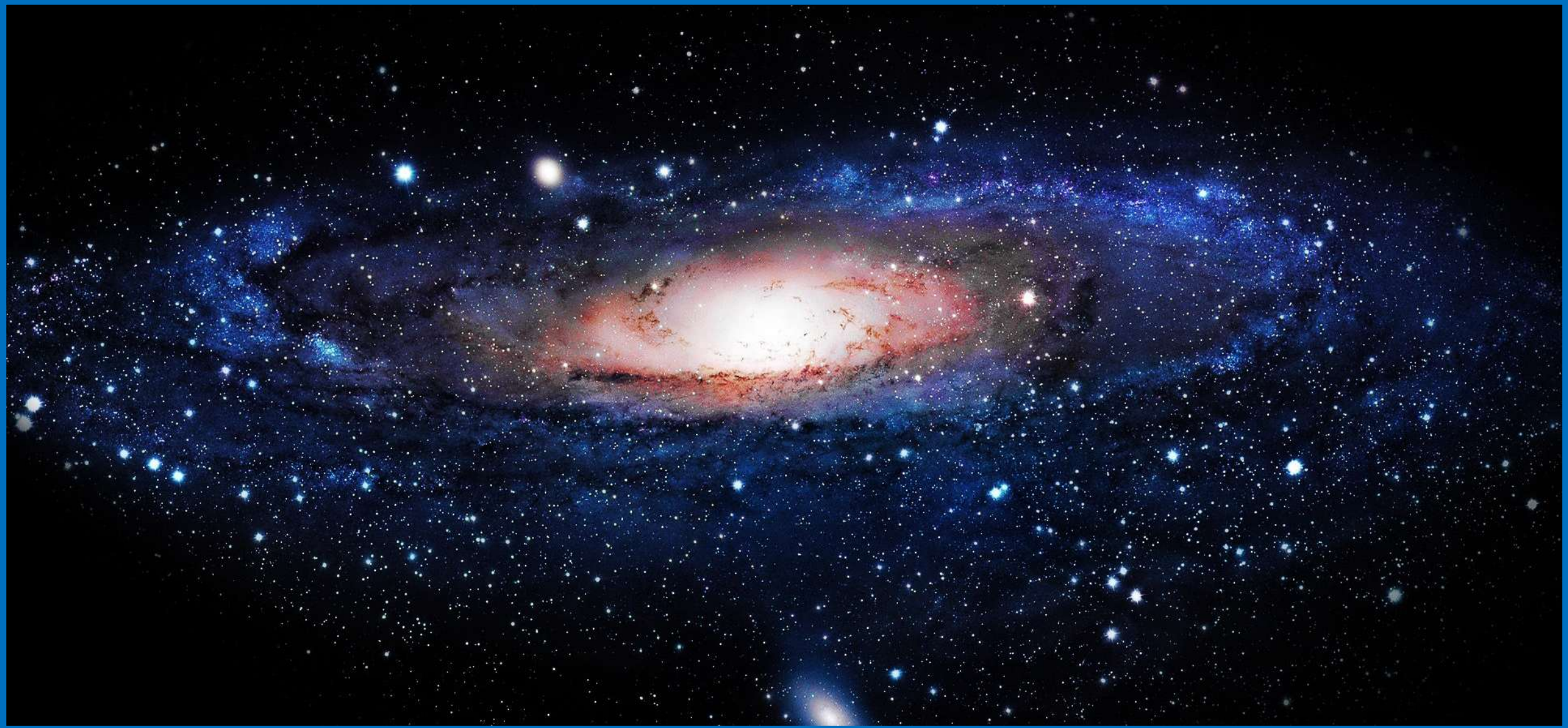
- **statki kosmiczne** – statki latające poza atmosferą Ziemi, umożliwiające załogowe lub bezzałogowe loty w kosmos, dzielące się na:
 - **sondy kosmiczne** – wynoszone przez wahadłowce lub rakiety nośne bezzałogowe i zautomatyzowane statki prowadzące różnorodne badania naukowe w kosmosie,
 - **sztuczne satelity** – poruszające się po orbicie wokół ciała niebieskiego (głównie Ziemi lub ciał Układu Słonecznego),
 - **stacje kosmiczne** – satelity na których ludzie mogą mieszkać i prowadzić badania naukowe;
- **meteoryty** – fragmenty ciał niebieskich, które spadły na powierzchnię Ziemi, umożliwiające zdobywanie wiadomości na temat właściwości fizycznych i chemicznych pozaziemskich minerałów i skał.



Jurij Gagarin (po lewej) – pierwszy człowiek w przestrzeni kosmicznej (12 kwietnia 1961 roku odbył lot trwający 1 godzinę 48 minut), który odbył lot na statku kosmicznym Wostok 1 (model statku po prawej).



Neil Armstrong (po lewej) – pierwszy człowiek na księżycu (dowódca misji kosmicznej Apollo 11 z 21 lipca 1969, w której brali także udział Michael Collins (na środku) i Edwin Aldrin (po prawej); autor słów "To mały krok człowieka, ale wielki skok ludzkości").



Teorie i poglądy dotyczące powstania Wszechświata

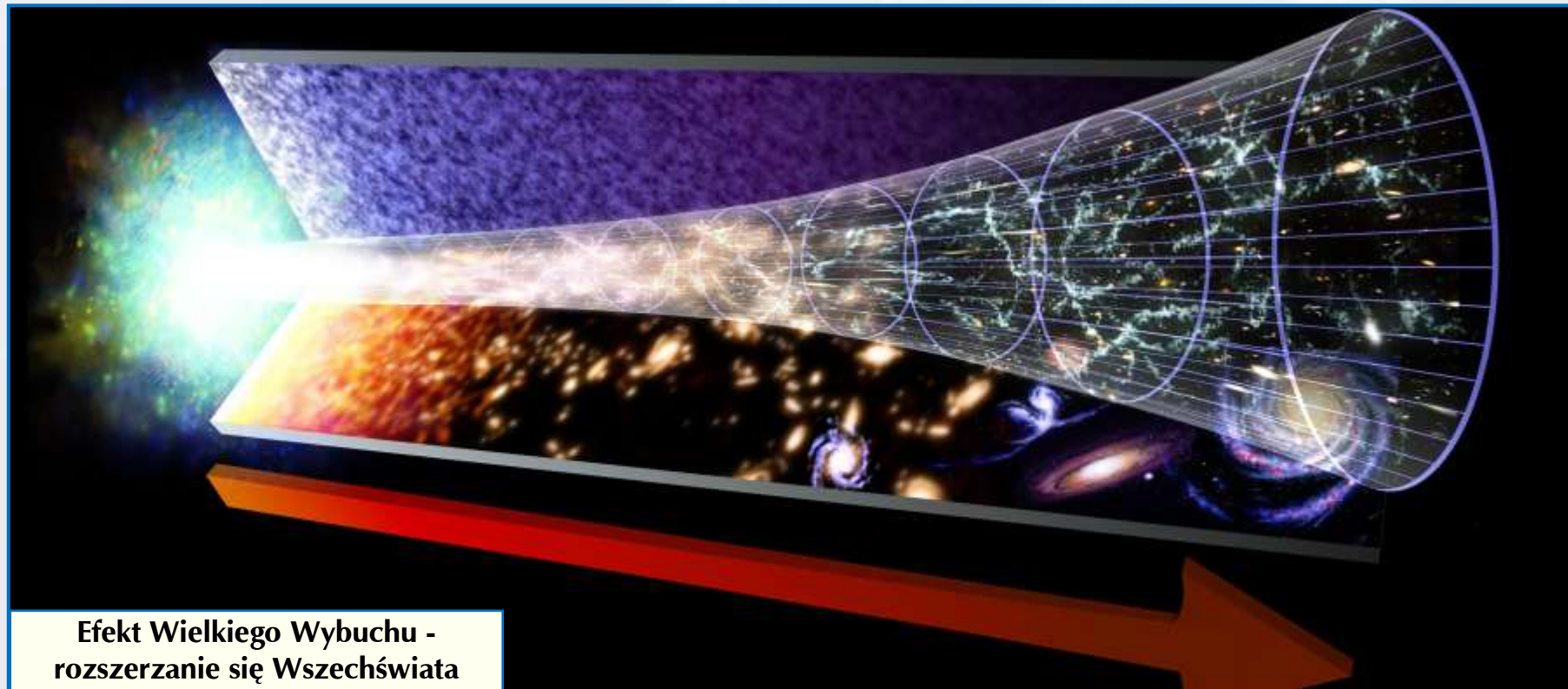
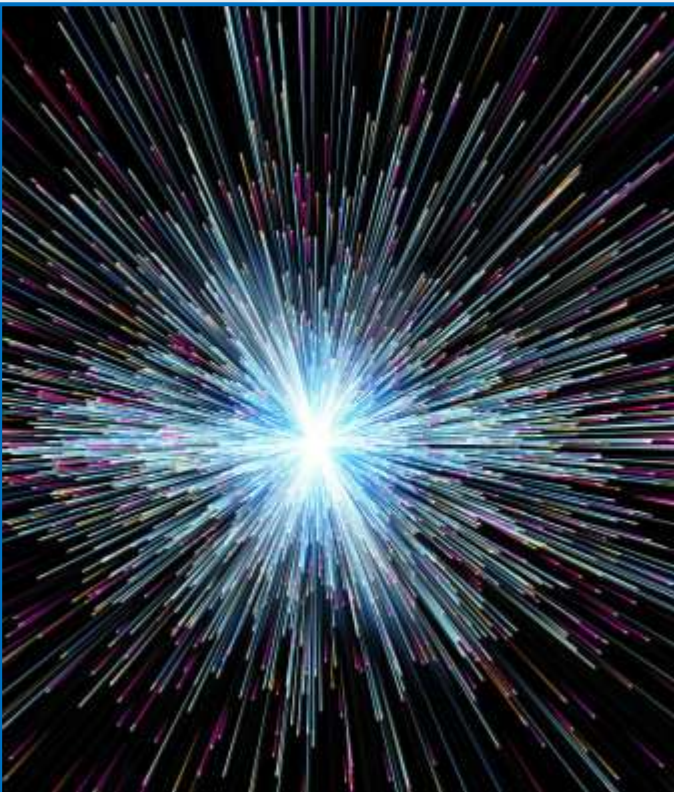
Teoria kreacjonistyczna

- Powstanie wszechświata do dziś stanowi jednak zagadkę, która wciąż czeka na ostateczne rozwiązanie.
- Jeszcze nie tak dawno wydawało się, że odpowiedź jest oczywista.
 - Powszechnie na świecie przyjmowano **pogląd kreacjonistyczny** głoszący, iż **Ziemia i cały wszechświat są dziełem Boga**.
 - Trudno jednak takie wyjaśnienie rozpatrywać z naukowego punktu widzenia.
- Uznanie kreacjonizmu pozostaje sprawą wiary, a nie wiedzy.
 - W religii i nauce chrześcijańskiej udaje się zresztą logicznie połączyć hipotezy naukowe dotyczące ewolucji wszechświata z poglądami kreacjonistycznymi bez szkody dla jednych czy drugich.



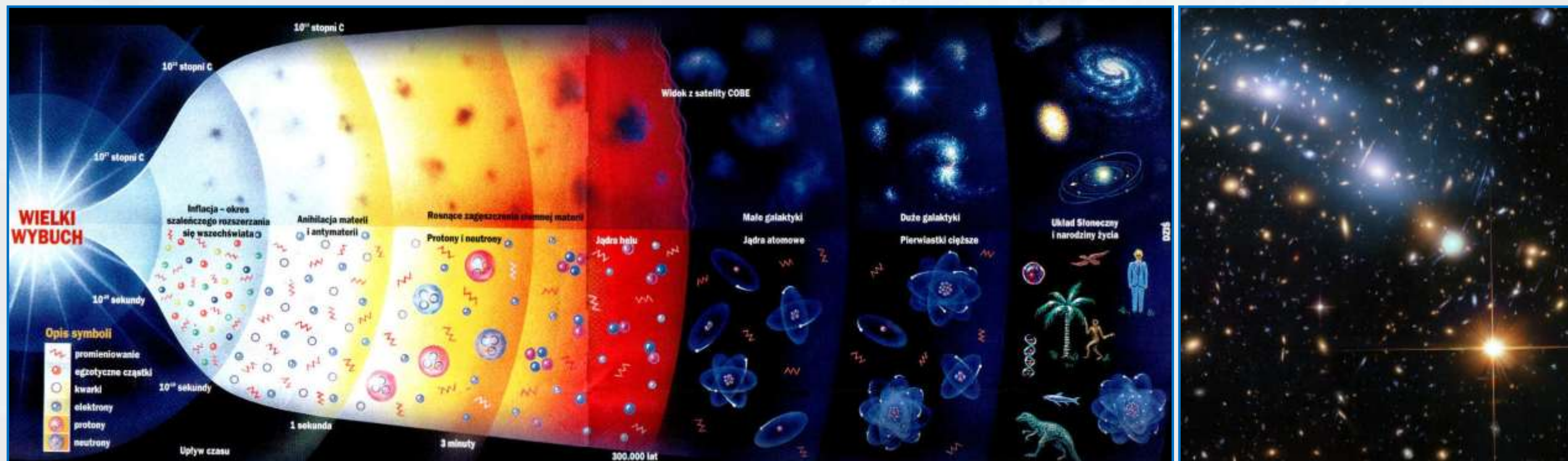
Teoria Wielkiego Wybuchu (Big Bang)

- Najbardziej prawdopodobną teorią powstania wszechświata jest **teoria Wielkiego Wybuchu**.
- Dotyczył on olbrzymiego skupiska materii rzędu 10^{95} kg/m³.
- O tym początkowym stanie wszechświata sprzed około **13,8 miliardów lat** wiemy tylko tyle, że **wszechświat był nieskończenie mały i miał nieskończenie wielką gęstość i temperaturę** – czyli, że był **osobliwością**.
- Od momentu wielkiej eksplozji, datowanej na około 13,8 mld lat temu (13,799 mld lat), wszechświat ekspanduje, a jego przeciętna gęstość i temperatura spadają.
- Jaka jest teraz przeciętna gęstość materii w przestrzeni? – nie wiadomo, między innymi dlatego, że nie została określona masa ciemnej materii.



Ekspansja Wszechświata

- Jak obliczono, w ciągu 200 sekund po wybuchu temperatura obniżyła się na tyle, że z powstających **jąderek wodorowych** zaczęły tworzyć się **deuterony** (atomy ciężkiego wodoru), z których po upływie kilku minut powstały **jądra helu**, a po kilkunastu minutach – **wodorowo-helowy skład materii wszechświata**.
- **Około 380 000 lat** po wybuchu, gdy słabło promieniowanie, Wszechświat stawał się **coraz chłodniejszy i ciemniejszy**, nastąpiła **epoka neutralizacji** – **protony zaczęły wiązać się z elektronami** tworząc **neutralny gaz wodorowy**.
- W wyniku niestabilności grawitacyjnej tworzyły się **kompleksy gazowe**.
- **Około 100-200 mln lat** obłoki gazów pod wpływem grawitacji zapadały się, tworząc pierwsze **gwiazdy**, zaś około 400 mln lat tworzyły już skupiska gwiazd w postaci **galaktyk** – wokół niektórych gwiazd powstały **układy planetarne** (np. **Układ Słoneczny**).



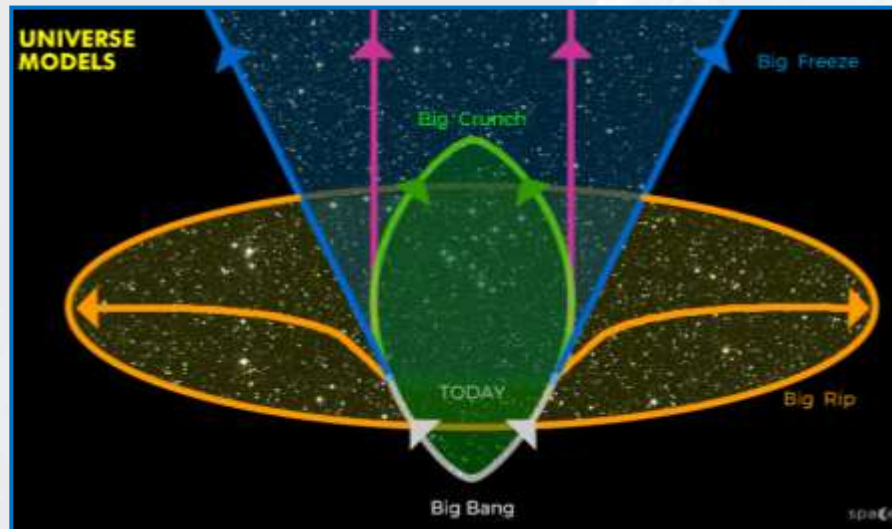
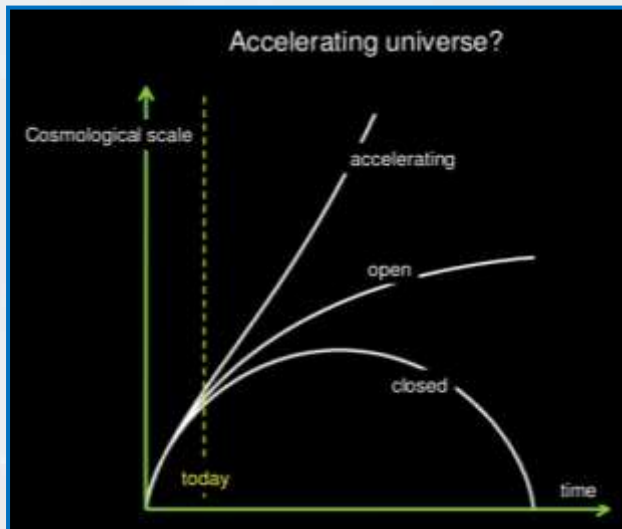
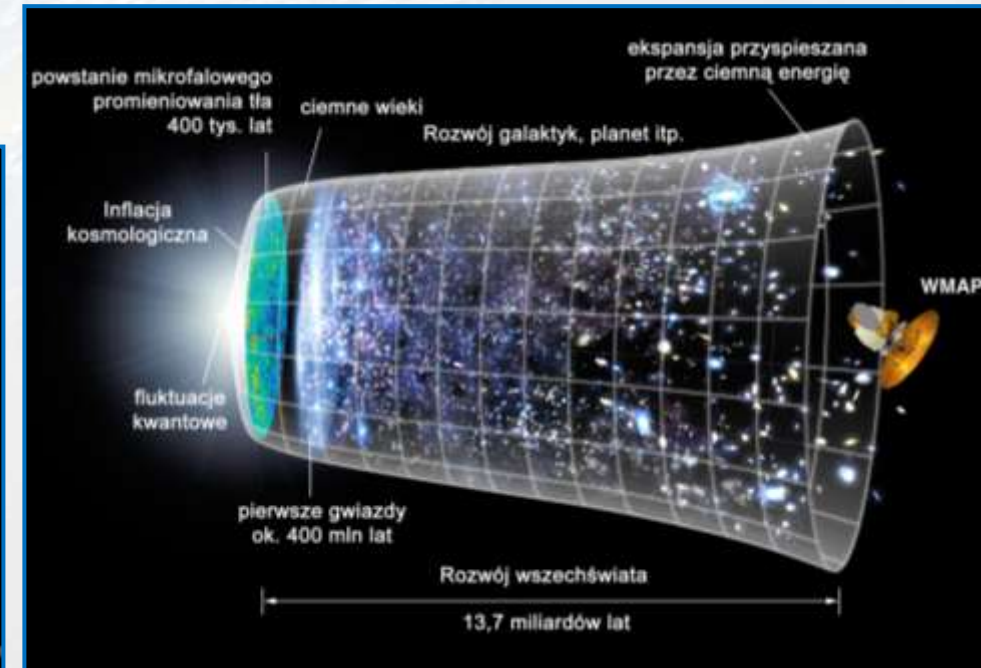
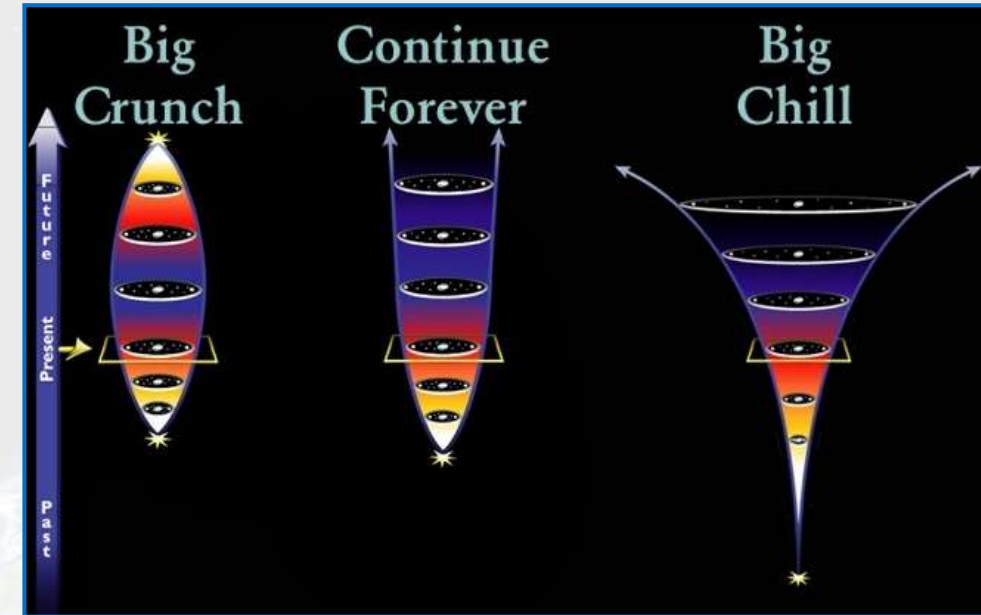
Co będzie dalej!

→ **Przyszłość wszechświata** może być dwojaki:

→ **model zamkniętego wszechświata** – jeżeli gęstość materii przekracza wartość krytyczną (10 neutronów i protonów na metr sześcienny), powinien on z czasem zacząć się **kurczyć**, osiągając znów nieskończenie małe rozmiary;

→ w 1929 r. astronom **Edwin Hubble** odkrył, że galaktyki oddalają się od siebie – na tej podstawie stwierdzono, że wszechświat będzie się rozszerzał, aż po pewnym czasie, w wyniku działania sił grawitacyjnych zacznie się kurczyć, zaś dalej ponownie zgromadzi się olbrzymia ilość materii na niewielkim obszarze, a po osiągnięciu przez nią masy krytycznej nastąpi ponowny wybuch;

→ **model otwartego wszechświata** – jeżeli gęstość materii jest mniejsza od wartości krytycznej – będzie się **rozszerzał w nieskończoność**.

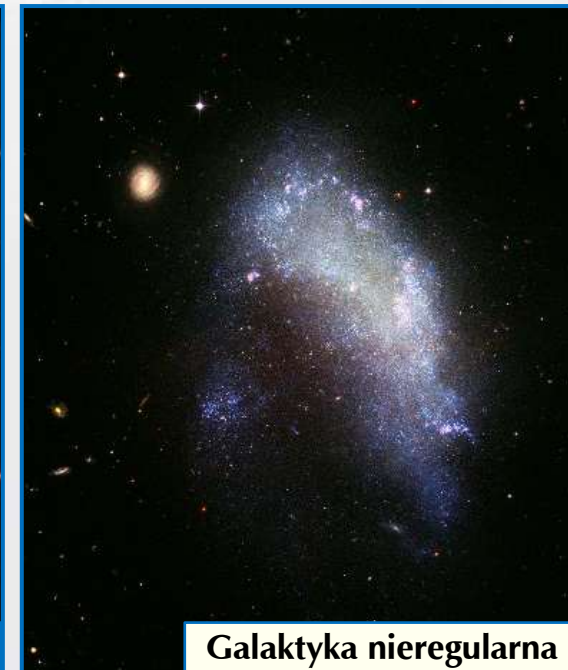




Galaktyki

Galaktyki i ich struktura

- **Galaktyki** – ogromne zbiorowiska materii składające się z gwiazd, pyłów i gazów, stanowią podstawowy element struktury wszechświata.
- **Ze względu na ich wygląd** (określany z teleskopów optycznych), dzielimy je na:
 - **galaktyki eliptyczne** – cechujące się eliptycznym spłaszczonym kształtem o stosunkowo gładkiej strukturze (są pozbawione wyraźnej struktury wewnętrznej),
 - są one zbudowane głównie z dojrzałych gwiazd i występuje w nich niewielka ilość pyłów międzygwiazdnych;
 - **galaktyki spiralne** – to stosunkowo duże układy galaktyczne, wyróżniające się wyraźnie widoczną spiralną strukturą;
 - **galaktyki soczewkowate** – przyjmują charakterystyczny kształt soczewki, przy czym ze względu na swój wygląd są one postacią pośrednią pomiędzy galaktykami eliptycznymi i spiralnymi.
 - **galaktyki nieregularne** – najmniejsze galaktyki pozbawione symetrycznego kształtu.



Ciemna materia

- **Ciemna materia** – to niewidoczna część galaktyk.
- Swoją masą zdecydowanie przewyższa masę widocznej materii.
- Jej natura jest nadal nieznana.
 - Składa się na nią międzygwiazdowy i międzygalaktyczny gaz i pył w stanie znacznego rozrzedzenia albo skoncentrowany w obiektach o masach dużych planet.
- Niektórzy badacze sądzą, że ciemna materia skupia się w potężnych obłokach na peryferiach galaktyk, tworząc ich **halo**.
- Niewykluczone, że najwięcej ciemnej materii znajduje się w **czarnych dziurach** oraz że składa się ona głównie z **neutrino** (cząstek elementarnych).



Gromada galaktyk Abell 520 **kolor niebieski** – ciemna materia, **kolor różowy** – gorący gaz.

Czarna dziura

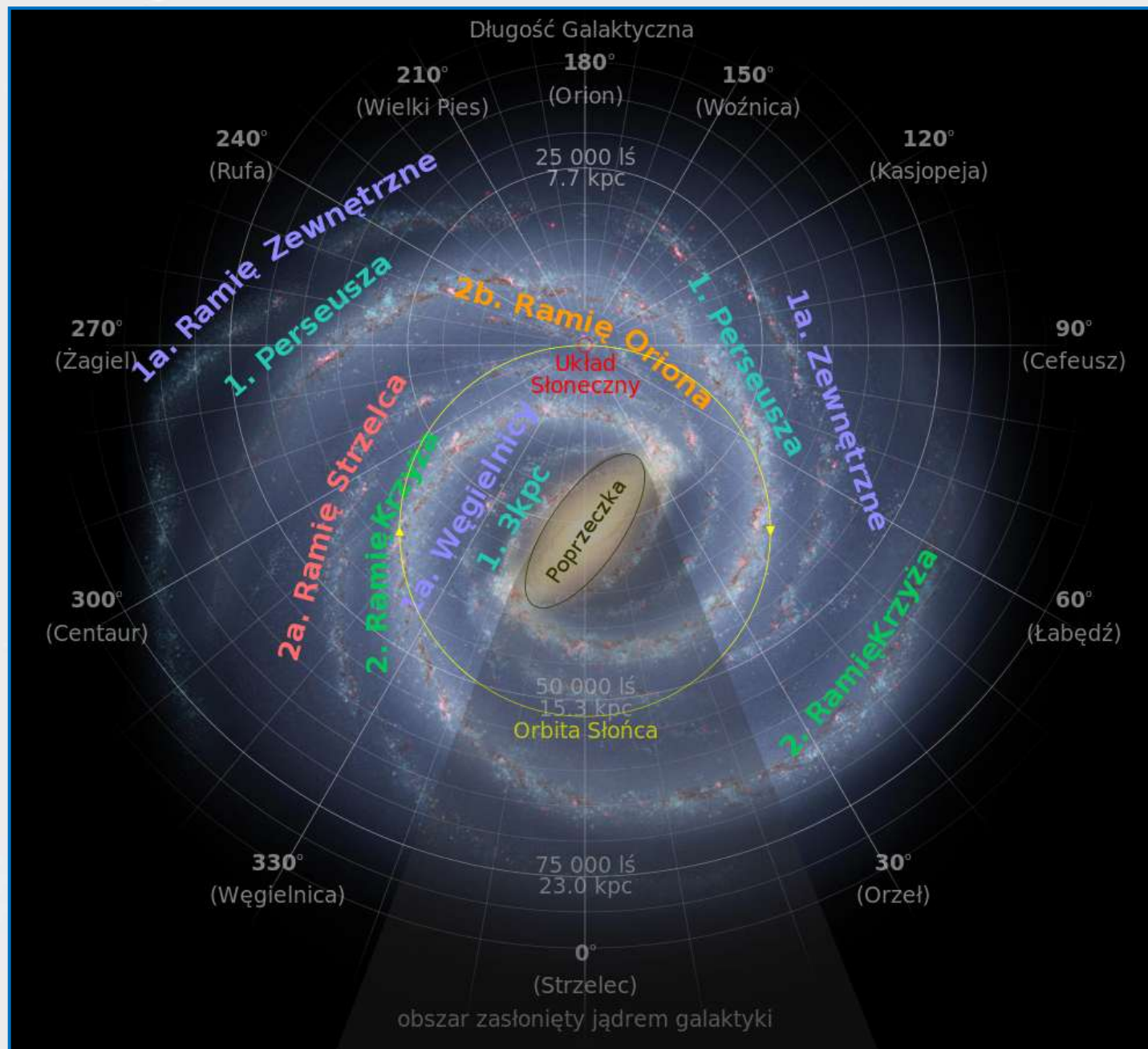
- **Czarna dziura** – niewidoczny obiekt we **Wszechświecie**, wewnątrz którego znajduje się osobliwość, czyli punkt o nieskończenie wielkiej gęstości materii, wytwarzający w najbliższym otoczeniu niewyobrażalnie silne pole grawitacyjne.
- Do czarnej dziury przyciągana jest materia z otoczenia, **z niej jednak nic nie może się wydostać** – nawet **światło**.
- Przypuszcza się, że czarna dziura może powstać w wyniku kolapsu grawitacyjnego masywnej gwiazdy, trwającego ułamek sekundy.
- Istnienie czarnej dziury można udowodnić wyłącznie poprzez badanie ruchów gwiazd znajdujących się pod wpływem jej pola grawitacyjnego.



Czarna dziura

Galaktyka Drogi Mlecznej

- **Galaktyka Drogi Mlecznej** – zbiorowisko gwiazd, w którego skład wchodzi Słońce.
- W przestrzeni kosmicznej tworzy ona ogromny, **spiralnie zakręcony dysk**.
- Im dalej od środka, tym zagęszczenie gwiazd jest mniejsze (utrudnia to wyznaczenie granic).
- Widoczna w pogodną noc Droga Mleczna to obraz galaktyki powstający przez pozorne zagęszczenie gwiazd, gdy patrzymy w kierunku jej centrum.
- Galaktyka wraz z Układem Słonecznym wiruje wokół swojego środka.
 - **Słońce**, przemieszczając się z **prędkością około 220 km/s**, potrzebuje aż **240 milionów lat** na dokonanie **jednego pełnego obiegu**, natomiast centrum Galaktyki obraca się szybciej.
 - W efekcie partie peryferyjne “nie nadążają”, tworząc ramiona spirali.

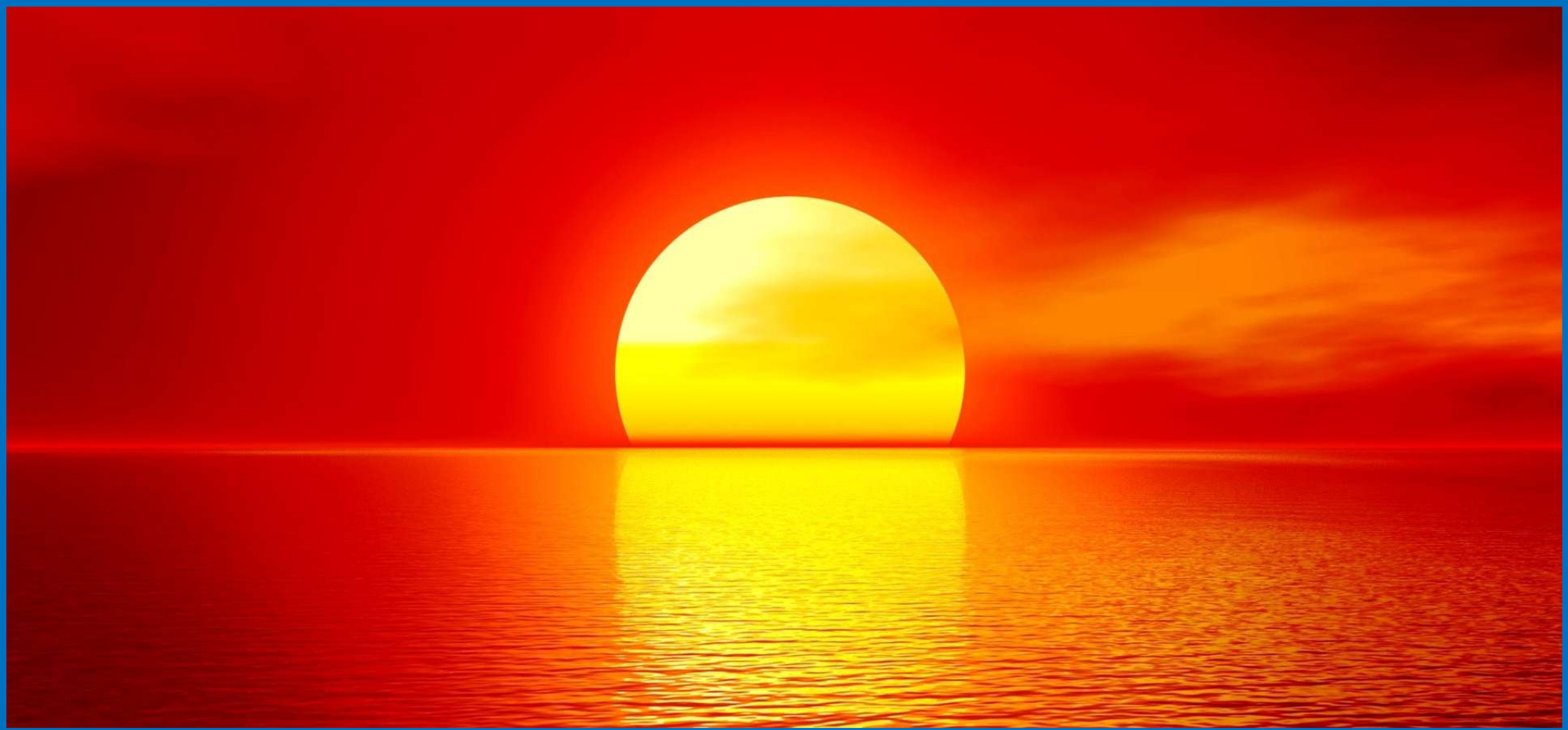


Galaktyka Drogi Mlecznej

- W pogodną, bezksiężycową noc można zobaczyć gołym okiem do 6000 gwiazd należących do **Galaktyki Drogi Mlecznej**.
- Jest to jednak tylko mały ułamek tego, co możemy zobaczyć za pomocą teleskopów.
- Obecnie ocenia się, że Droga Mleczna liczy **około dwieście mld gwiazd** (wg innych źródeł nawet 400 mld gwiazd).



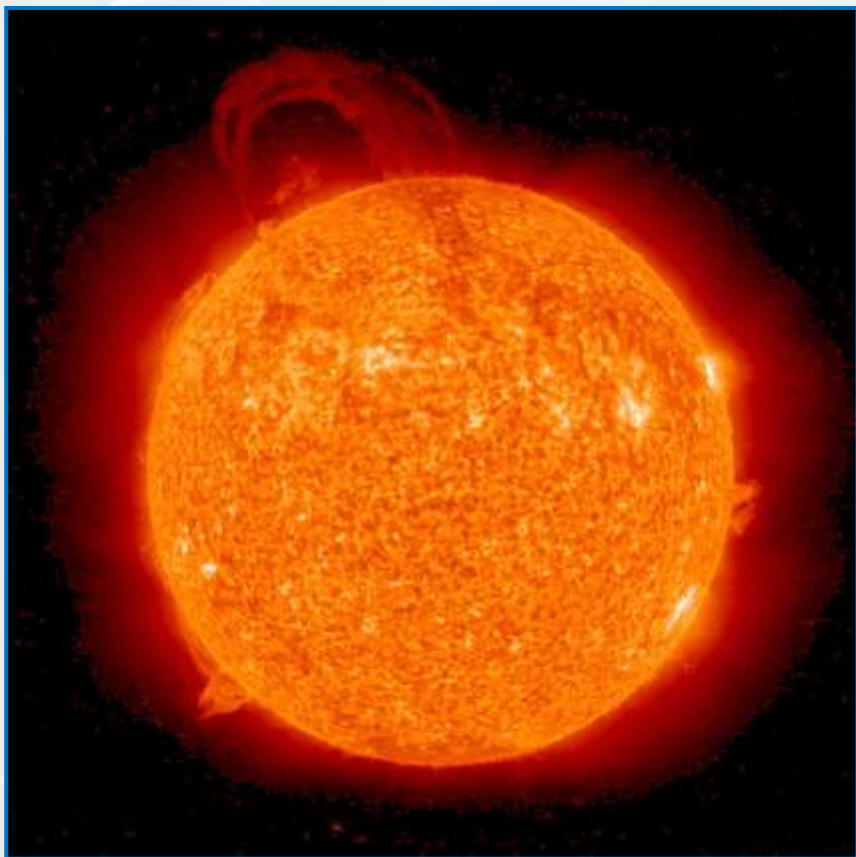
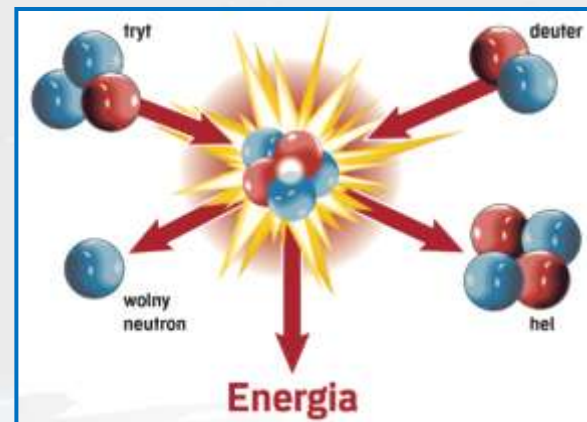
Gwiazda – kuliste ciało niebieskie, które jest zbudowane z gazów, głównie z wodoru i helu, i które na skutek reakcji jądrowych zachodzących we wnętrzu świeci własnym światłem.



Słońce

Słońce – reakcje termojądrowe

- **Źródłem promieniowania Słońca** (podobnie jak wszystkich gwiazd ciągu głównego) są zachodzące w jego jądrze **reakcje termojądrowe** polegające na **łączeniu jąder wodoru i tworzeniu helu** (zachodzi **synteza termojądrowa**).
- Wytwarzana dzięki temu energia dostarcza wielkich ilości ciepła (**temperaturę jądra ocenia się na 15,5 mln °C**) niezbędnego do kontynuowania reakcji termojądrowych i utrzymuje ciśnienie dochodzące do **250 mld atmosfer**, zdolne zrównoważyć ogromne siły grawitacji.



Fontanna słonecznego gazu, wzbijająca się na wysokość 100 tys. km



Gwiazdozbiory nieba północnego

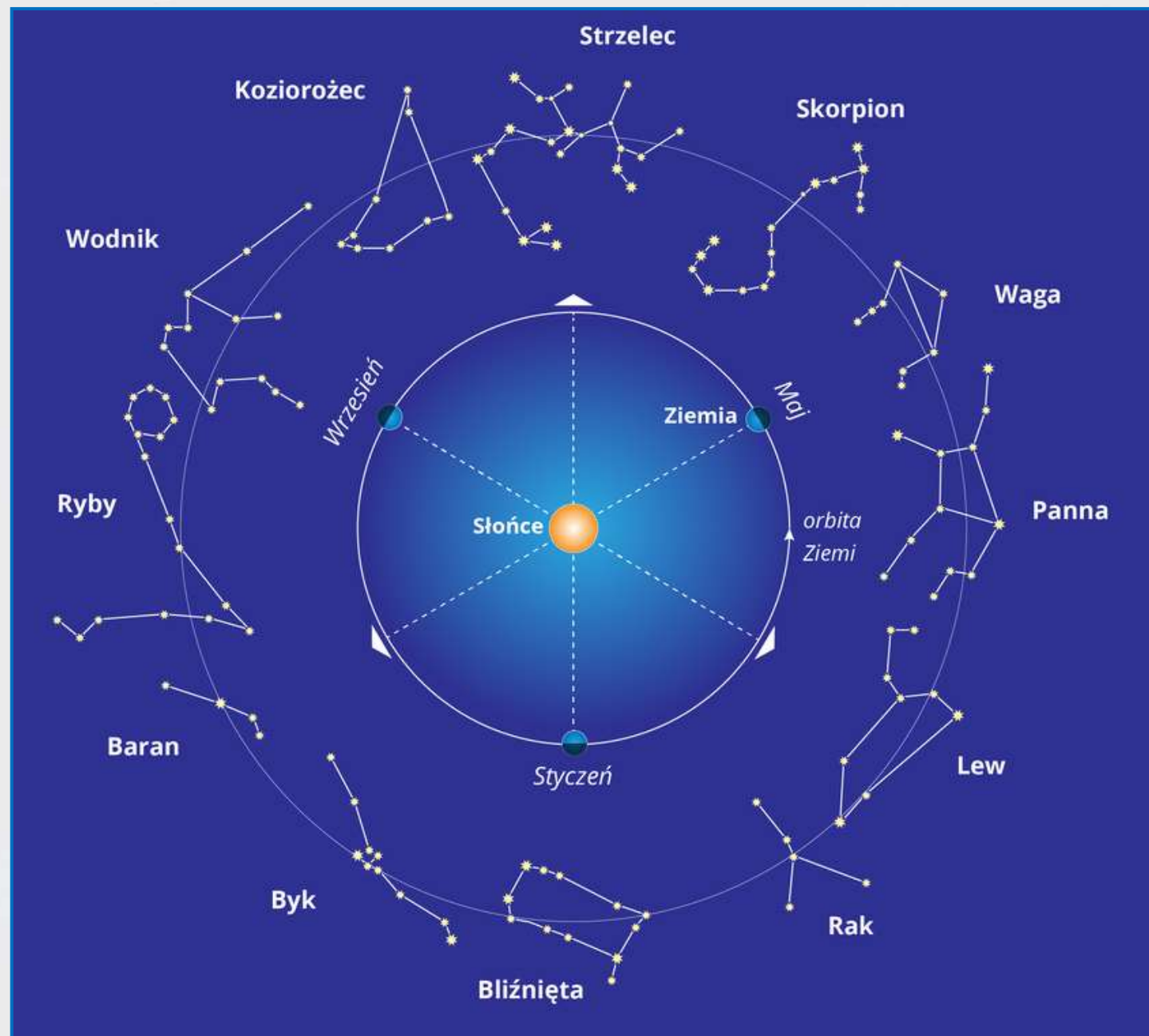
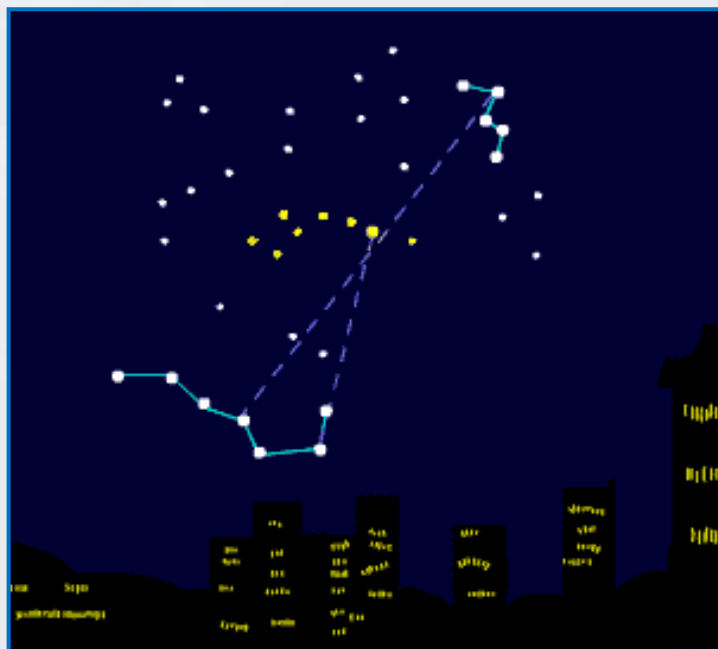
Gwiazdozbiory nieba północnego

→ Obecny podział sfery niebieskiej na 88 gwiazdozbiorów oraz ich granice zostały ustalone w 1930 roku przez Międzynarodową Unię Astronomiczną.

→ **Gwiazdozbiorami** nazywamy gwiazdy, które są ułożone w stałe konfiguracje (przesuwają się zgodnie z porami roku),

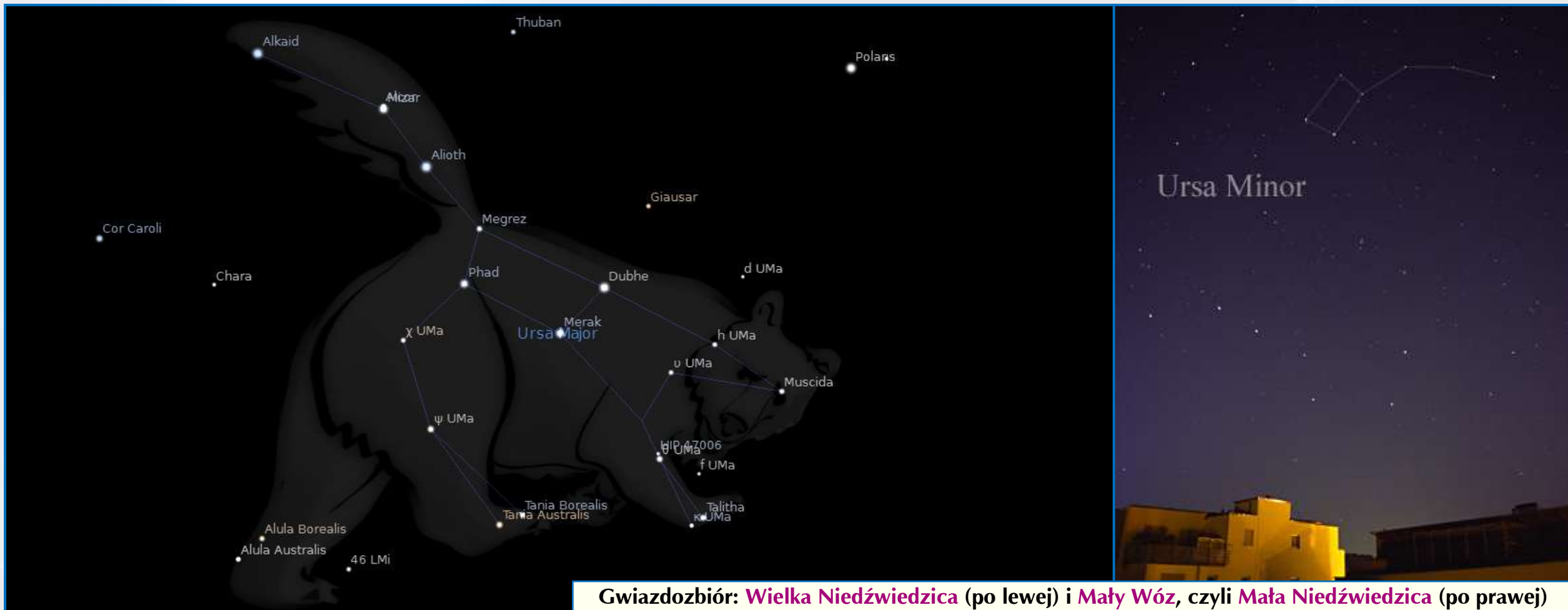
→ np. gwiazdozbiory Barana, Lwa, Raka czy takie jak Mały Wóz i Wielki Wóz.

→ Ich pozycja zmienia się także w ciągu nocy.



Gwiazdozbiory nieba północnego

- Astronomowie wprowadzili system oznaczeń gwiazd związany z łacińskimi nazwami gwiazdozbiorów.
 - W gwiazdozbiorze **Ursa Minor** (**Mała Niedźwiedzica**) najjaśniejsza jest **Gwiazda Polarna**, świecąca blisko północnego bieguna niebieskiego – nosi ona nazwę α (litera β symbolizuje gwiazdę drugą co do jasności, zaś γ – trzecią).
- Gwiazdy należące do danego gwiazdozbioru leżą często w dużych odległościach od siebie i w rzeczywistości nie są ze sobą powiązane, jednak taki podział od setek lat ułatwia ludziom poszukiwanie na niebie różnych ciał niebieskich.

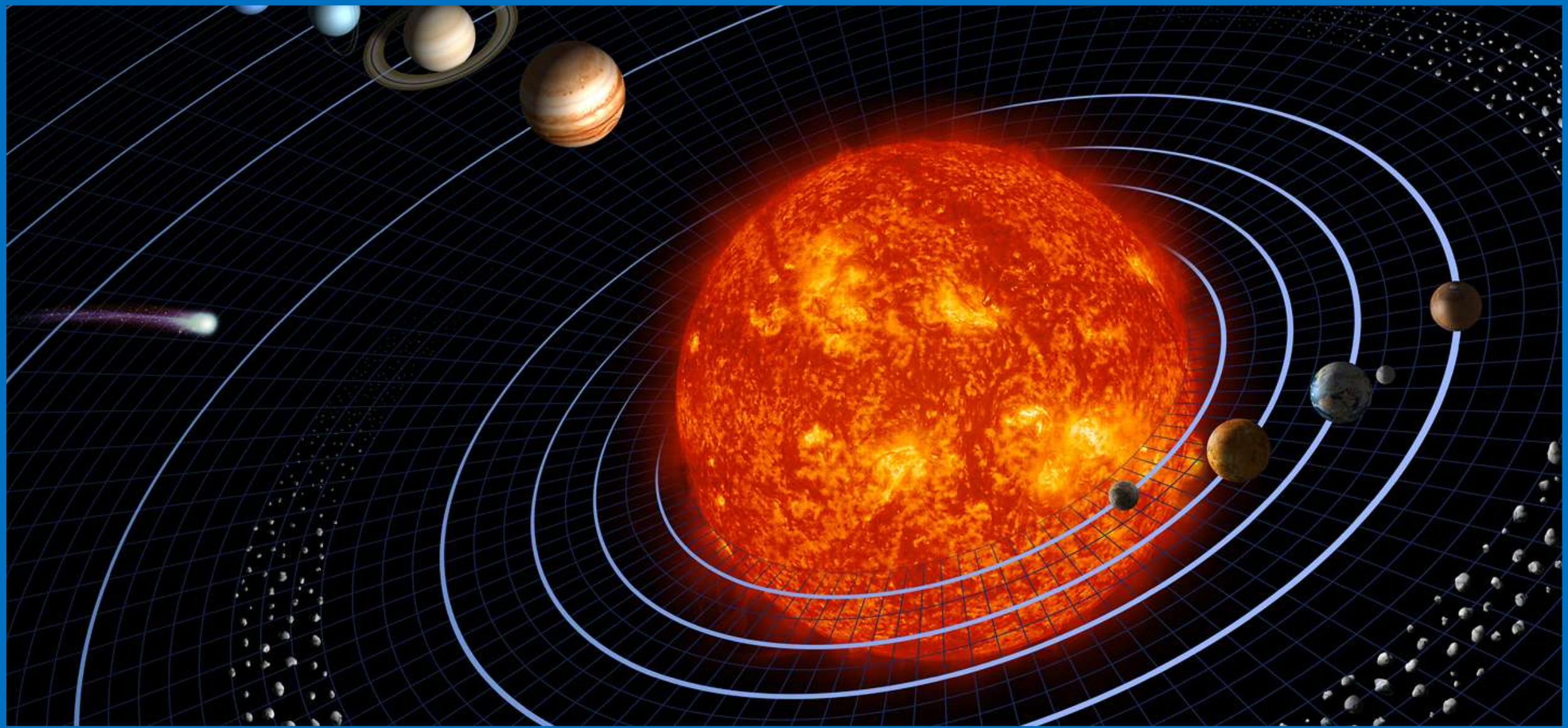


Gwiazdozbiór: **Wielka Niedźwiedzica** (po lewej) i **Mały Wóz**, czyli **Mała Niedźwiedzica** (po prawej)

Gwiazdozbiory nieba północnego

- Większość **gwiazdozbiorów** obserwowanych na nocnym północnym niebie jest związana z **danymi porami roku**.
- Oglądając nocne niebo w nocy zauważyć możemy, że pewne gwiazdy pojawiają się za wschodnim horyzontem, przechodzą przez całe niebo podczas nocy, aby ostatecznie zniknąć pod zachodnim horyzontem.

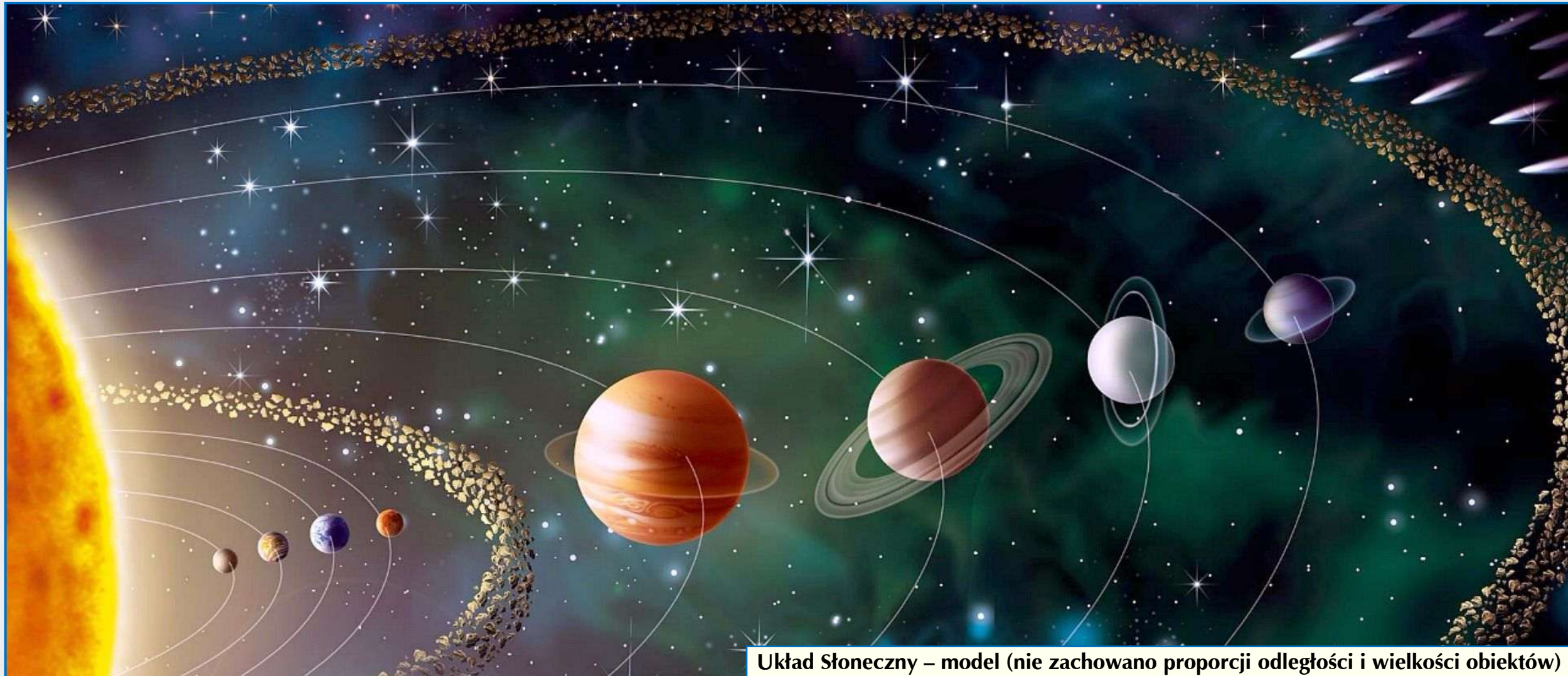




Planety Układu Słonecznego

Skład Układu Słonecznego

- **Układ Słoneczny** stanowi zespół ciał niebieskich złożony z **gwiazdy (Słońce)** i związanych z nią siłami grawitacji: **planet, księżyców, planetoid, komet, meteoroidów** oraz **materii międzyplanetarnej**.
- Prawie cała masa Układu Słonecznego (99,86 %) skupiona jest w centrum układu, tj. w Słońcu.



Układ Słoneczny – model (nie zachowano proporcji odległości i wielkości obiektów)

1. Planety grupy ziemskiej – planety wewnętrzne Układu Słonecznego (planety skaliste)

→ **Planety grupy ziemskiej – planety wewnętrzne Układu Słonecznego (planety skaliste: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars)** są:

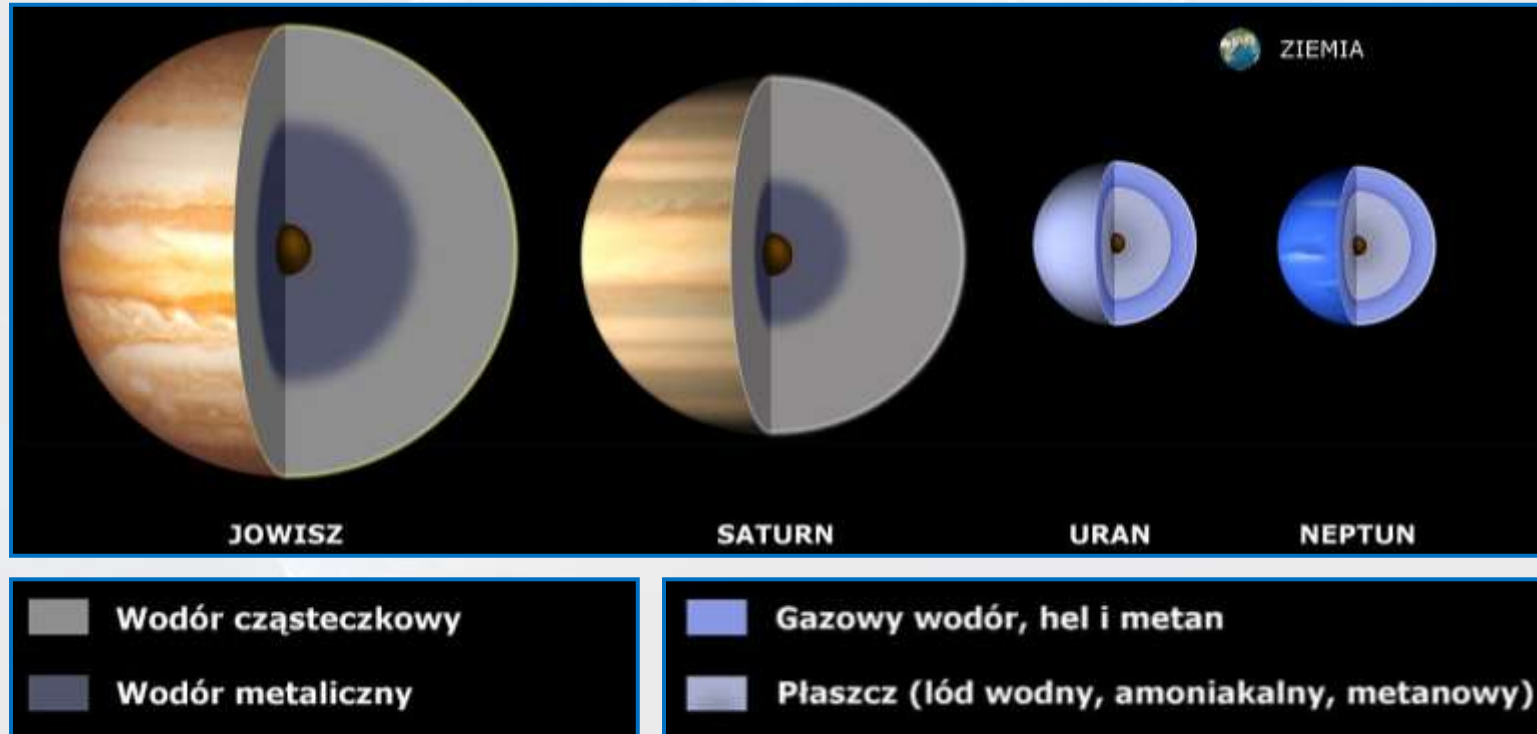
- stosunkowo niewielkie i o dość dużej gęstości,
- podobnej budowie – posiadają metaliczne jądro otoczone skalną skorupą,
- z widocznymi pozostałościami aktywności wulkanicznej i tektonicznej,
- wszystkie posiadają atmosferę:
 - najrzadszą, śladową – Merkury,
 - najgęstsza – Wenus, gdzie efekt cieplarniany powoduje rozgrzanie powierzchni globu i atmosfery do blisko 500°C.

→ Planety te znane były już w starożytności, z zastrzeżeniem jednak, że Ziemi przypisywano wówczas szczególną rolę i do planet jej nie zaliczano.



2. Planety olbrzymy – planety zewnętrzne Układu Słonecznego (planety jowiszowe)

- **Planety olbrzymy** – **planety zewnętrzne Układu Słonecznego** (**planety jowiszowe**: Jowisz, Saturn, Uran i Neptun) – cechują się **niewielką gęstością**, stosunkowo **niedużym stałym jądrem** i **bardzo grubą atmosferą**, składają się głównie z **wodoru, helu, metanu i amoniaku** (wraz z głębokością przechodzi stopniowo w stan ciekły).
- **Skład chemiczny** tych planet jest **podobny do składu Słońca** i tylko ich zbyt małe masy stanęły na przeszkodzie do zapoczątkowania reakcji termojądrowych.
- Planety tej grupy wykazują **silne spłaszczenie biegunowe**, wynikające z **szybkiego obrotu wokół własnej osi** oraz z **gazowo-ciekłego stanu** większości materii, ułatwiającego jej przemieszczanie się w kierunku równika.
- Wokół każdej z planet krążą **liczne księżyce** oraz **uformowały się pierścienie** (najlepiej widoczne wokół **Saturna**), złożone głównie z rozrzedzonej materii międzyplanetarnej i brył lodu.





Małe ciała Układu Słonecznego

1. Planetoidy

- **Planetoidy** obserwuje się regularnie w tych samych rejonach US (ich liczba szacowana jest na dziesiątki milionów):
 - **tj. w pasie głównym**, rozciągającym się **pomiedzy orbitami Marsa i Jowisza** (do 2025 r. naliczono około 1,5 mln),
 - większość tych skalistych planetoid porusza się po nieomal kołowych orbitach heliocentrycznych, ale ze względu na niewielką masę tych ciał i bliskość planet ich trajektorie mogą ulegać znacznym zmianom,
 - prawdopodobnie obydwaj księżycy Marsa stanowią przechwycone przez jego pole grawitacyjne planetoidy;
 - **w Pasie Kuipera**, położonym **na peryferiach Układu Słonecznego poza orbitą Neptuna**,
 - reprezentuje on obecnie bardzo dużą liczbę planetoid (zdecydowanej większości ich dalej nie znamy) zbudowanych przede wszystkim z lodu, z najlepiej poznany **Plutonem**.

Planetoidy – małe ciała niebieskie o wymiarach średnicy nie przekraczających 1000 km.



2. Planety karłowate

- **Planety karłowate** – zwykle mniejsze od planet ciała niebieskie:
 - wykonujące **ruch obiegowy wokół Słońca** i **dzielące swoją orbitę z innymi ciałami**,
 - mające **odpowiednio dużą masę** i posiadające grawitację pozwalającą uzyskać **kształt zbliżony do kulistego**,
 - **nie będące satelitą (księżycem) planety lub innego ciała niegwiazdowego**,
 - **mogące posiadać własne księżyce**.
- Obecnie najlepiej znanym przykładem takiego ciała jest **Pluton**, który w sierpniu 2006 r., wskutek decyzji astronomów z Międzynarodowej Unii Astronomicznej, został skreślony z listy planet.
 - Za faktem tym przemawiały zarówno parametry orbity (odchyła się ona od płaszczyzny ekliptyki o kąt 17°), jak i fakt, że nie oczyścił swojej orbity i wciąż dzieli ją z wieloma innymi obiektami pasa Kuipera.
 - Pomimo, że Pluton został wykreślony, to jednak dla wielu naukowców była to decyzja zbyt pochopna z którą się oni nie zgadzają.



3. Meteoroidy

- **Meteoroidy** – drobne ciała, mniejsze od planetoid, występujące bardzo licznie w przestrzeni międzyplanetarnej.
- Najczęściej są to niewielkie bryły materii lub ziarna pyłu (ich rozmiary zwykle nie przekraczają 10 m).
- Rozmiary meteoroidów nie pozwalają na ich obserwację w kosmosie.
- Ciała te ujawniają się, wchodząc w atmosferę ziemską, bądź uderzając w sztuczne satelity i niszcząc je.



Meteoroid – małe ciało niebieskie krążące w przestrzeni kosmicznej, zwykle o średnicy od milimetrów do kilku metrów (tylko bardzo nieliczne mierzą więcej niż 10 m). Pochodzi on z rozpadu komet lub kolizji planetoid.



Meteor

- **Meteor** – zjawisko świetlne (tzw. świecący ślad), znane powszechnie pod nazwą “**spadającej gwiazdy**”, tworzące się **wskutek wejścia meteoroidu w zasięg atmosfery ziemskiej**.
- **Jasny ślad** widoczny na niebie tworzy się, gdy pary z meteoroidu oraz nagrzane i zjonizowane gazy atmosferyczne świecą podczas jego przelotu przez atmosferę.
- Okresowo występują tzw. **roje meteorów**, kiedy pojawiają się one nadzwyczaj często i ze ściśle określonego punktu na niebie.
- Tłumaczy się to przechodzeniem Ziemi przez pozostałość komety, która uległa rozpadowi.
- Najbardziej znanymi rojami są:
 - **Perseidy** obserwowane około 12 sierpnia każdego roku,
 - **Leonidy** widoczne około 17 listopada co roku,
 - **Akwarydy** – w maju,
 - **Orionidy** – w październiku,
 - **Geminidy** – w grudniu.



Meteoryt

- **Meteoryt** – większe meteoroidy które nie uległy odparowaniu w atmosferze i spadły na powierzchnię Ziemi.
- Zjawiska świetlne pojawiają się, kiedy meteoroid znajdzie się na wysokości 150 km, zaś w granicach 60 – 80 km większość drobnych ziaren odparowuje.
- Pozostałe, wchodząc w niższe warstwy atmosfery, wyhamowują i częściowo stygną.
- Do wyjątkowych rzadkości należą meteoryty, które na Ziemię trafiają jeszcze rozżarzone.



Meteoryty



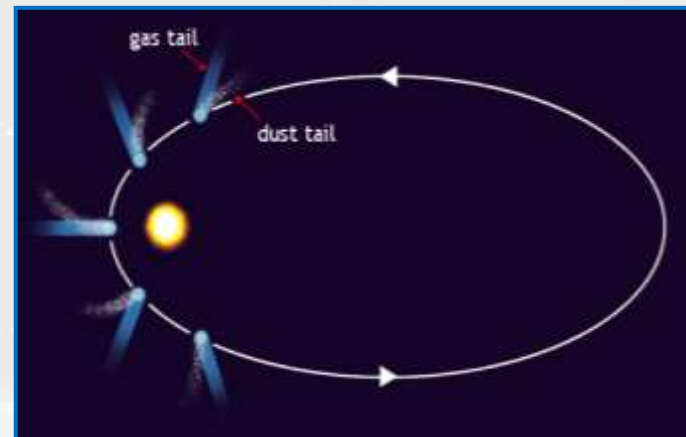
4. Komety

- **Komety** – niewielkie ciała, zbudowane głównie z zestalonych lodów (wody, dwutlenku węgla, amoniaku, metanu) i cząstek niebotycznych (np. pyłu i skał), cyklicznie pojawiające się w pobliżu gwiazdy (np. Słońca) z rejonu:
 - **tw. Pasa Kuipera** – położonego w odległości 500 – 1000 jednostek astronomicznych za orbitą Plutona (znajdują się w nim także wcześniej opisane planetoidy),
 - **Obłoku Oorta** – leżącego w odległych peryferiach Układu Słonecznego, w odległości 30 tys. – 100 tys. jednostek astronomicznych od Słońca.
- Komety **mają bardzo wydłużone orbity eliptyczne** i pojawiają się w pobliżu Słońca albo **z określoną częstotliwością (komety okresowe)**, albo **tylko jednokrotnie (komety jednopojawieniowe)**.
- Z około 4600 znanych komet jedynie około 500 to komety okresowe.

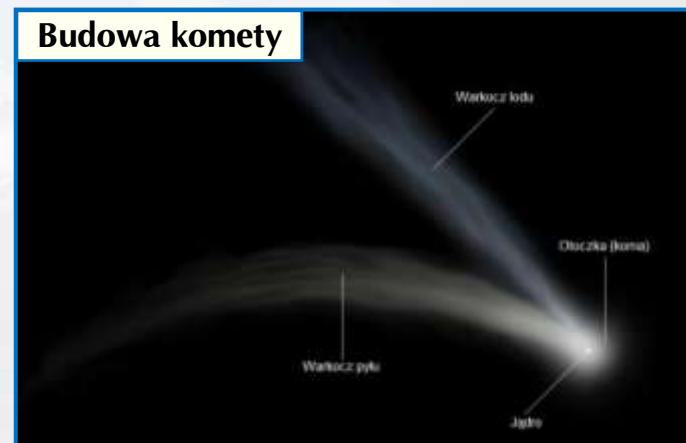


Budowa komety

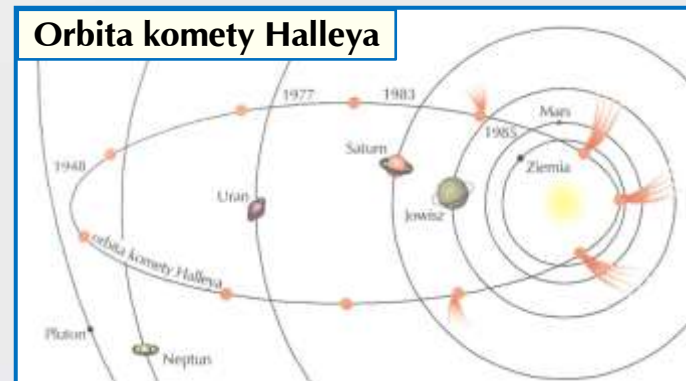
- Główną część komety stanowi **jądro** o średnicy kilku do kilkunastu kilometrów, złożone z zanieczyszczonych pyłem lodów o różnym składzie (jest widoczne niezależnie od odległości komety od Słońca).
- Wraz ze zbliżaniem się do Słońca pod wpływem ciepła lód ulega sublimacji i powstałe gazy tworzą dookoła jądra otoczkę gazowo-pyłową, określaną jako **koma**.
- W centrum Układu Słonecznego koma wytwarza długą smugę, zwróconą w kierunku przeciwnym do Słońca – tzw. **warkocz komety** lub **ogon komety**.
- Każde zbliżenie się do Słońca powoduje znaczne straty materii.
- Przykładowo kometa Halleya uwalnia aż 15 ton gazów i pyłu na sekundę.

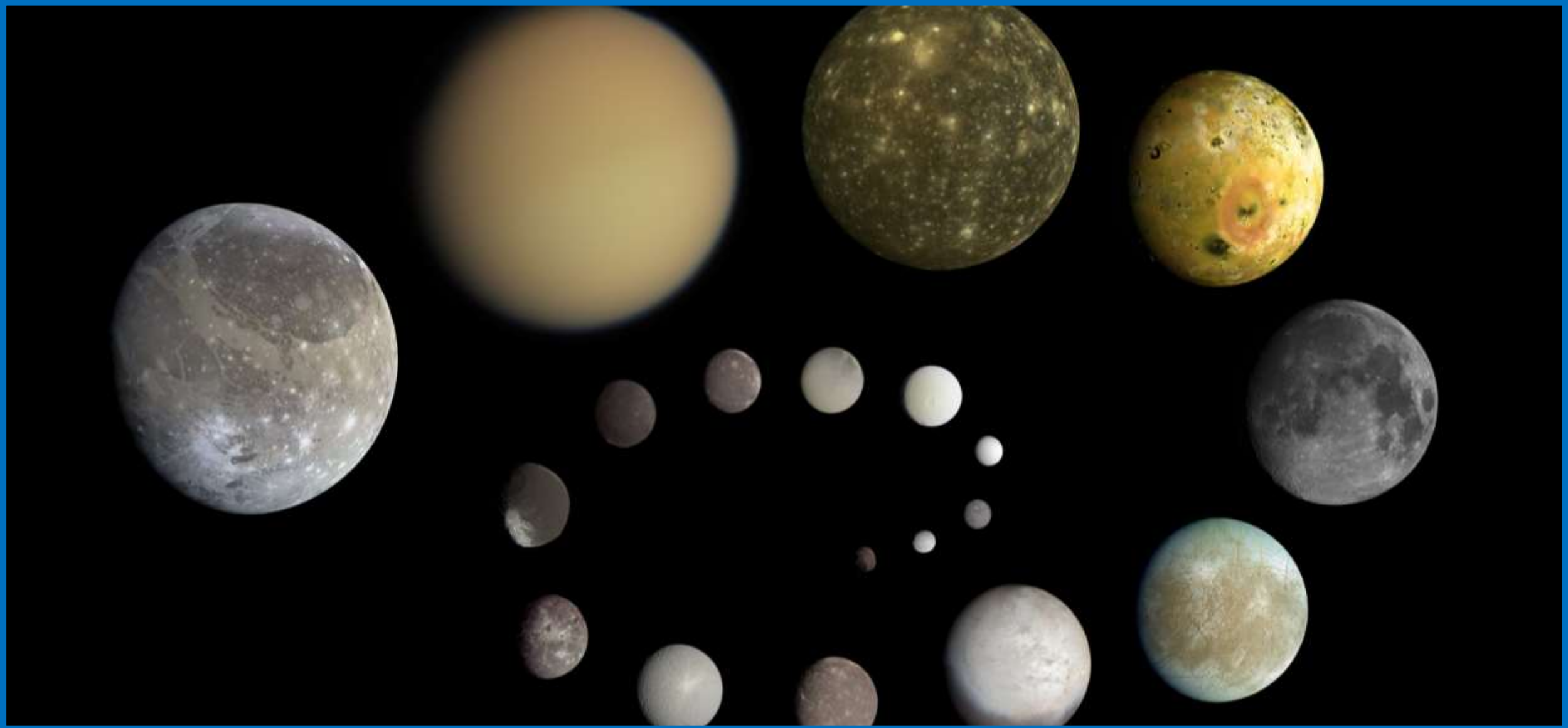


Budowa komety



Orbita komety Halleya





Księżyce

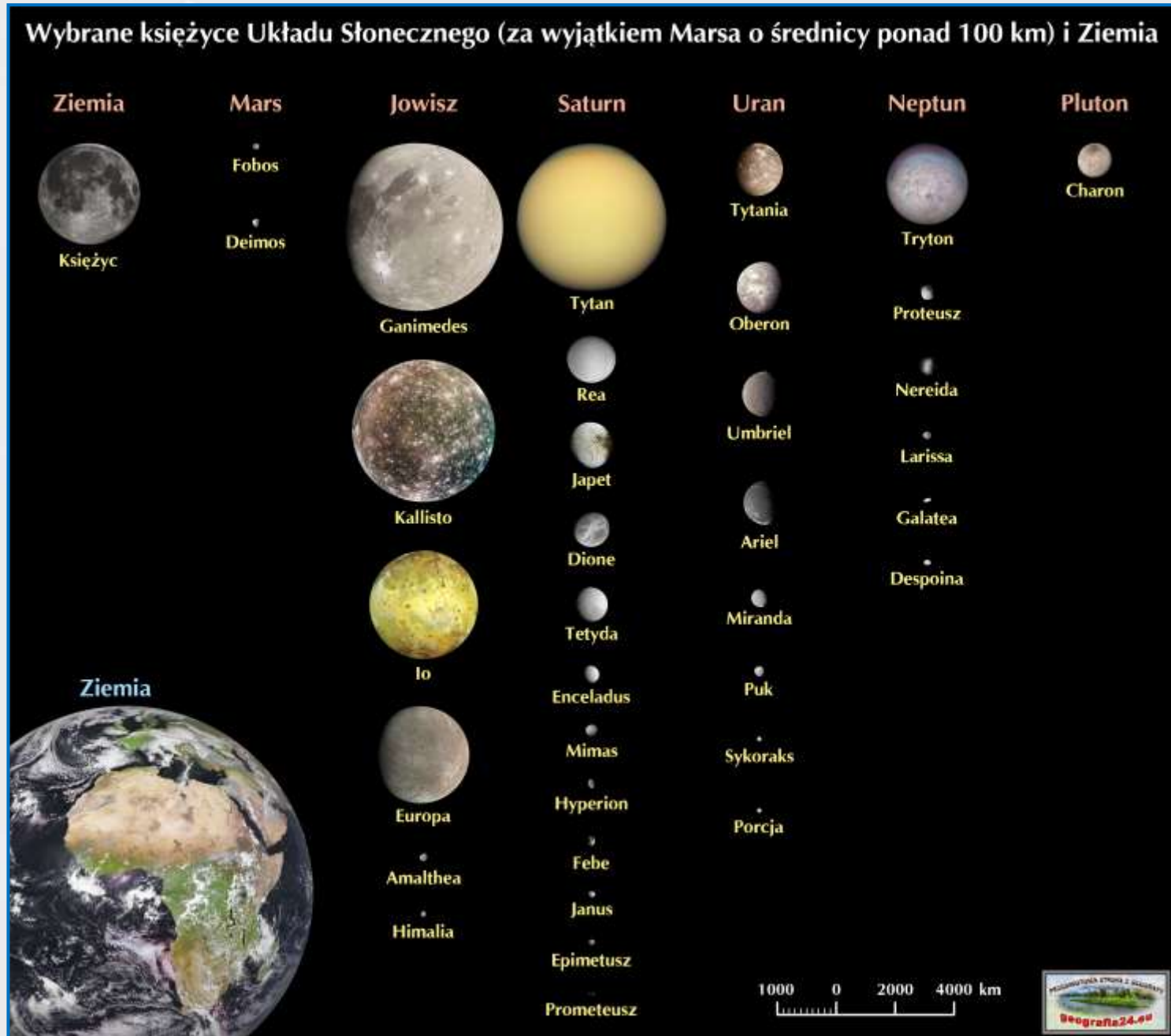
Księżyc – naturalny satelita

- **Księżyc** – ciało niebieskie pochodzenia naturalnego (naturalny satelita), obiegające największe ciała układów planetarnych, tj. planeta, planeta karłowata czy planetoida.
- W niektórych przypadkach kiedy jest on niewiele mniejszy od obieganego ciała stosuje się specyficzne odmiany nazw:
 - tzw. **planety podwójne**, np. w przypadku układu **Ziemia – Księżyc**;
 - tzw. **podwójne planetoidy**, np. w przypadku układu **Pluton – Charon**.
- Dla ziemskiego satelity przyjęło się pisać nazwę "**Księżyc**" z wielkiej litery.



Cechy księżyców

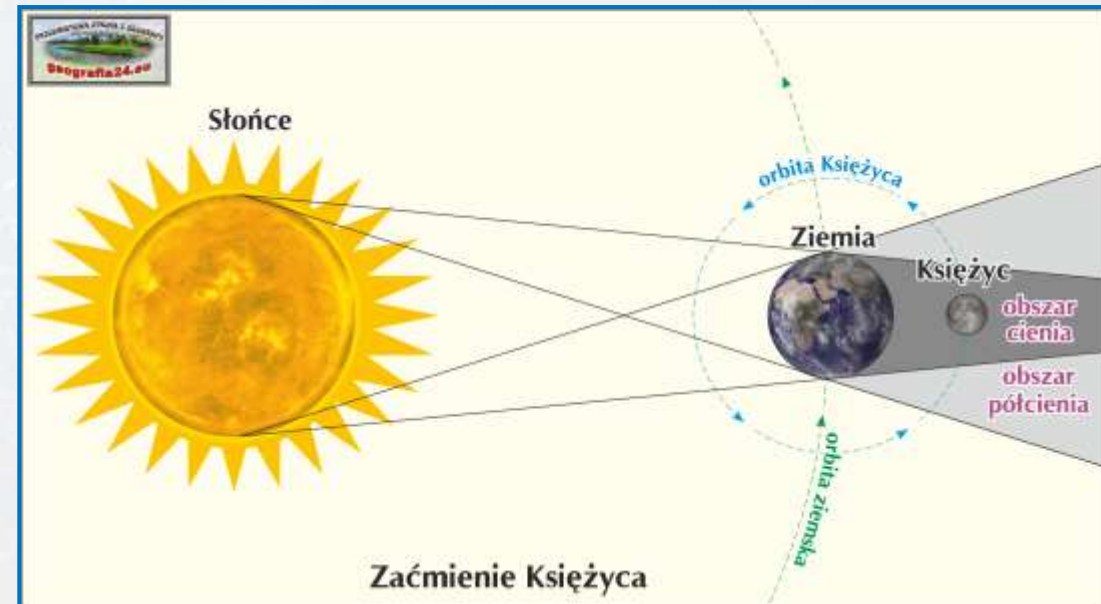
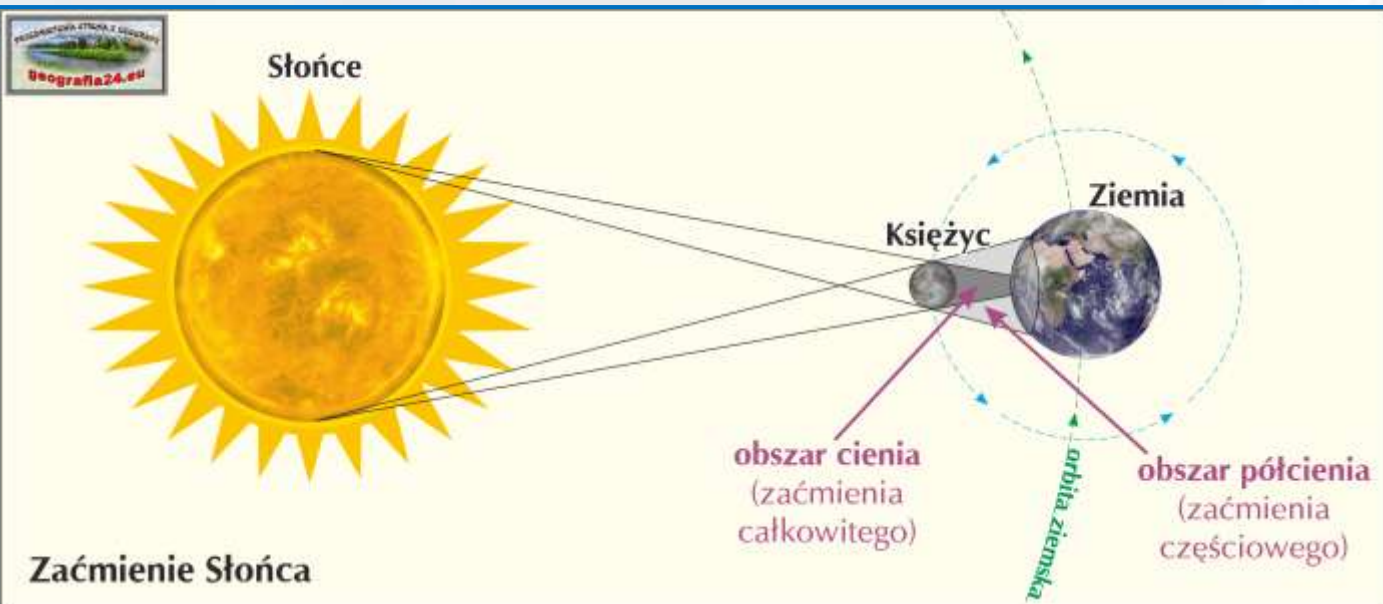
- Większości planet, z wyjątkiem Merkurego i Wenus, towarzyszą własne **naturalne satelity**, tj. **księżyce**.
- **Rozmiary księżyców** są bardzo zróżnicowane – od mających zaledwie kilkadziesiąt kilometrów średnicy księżyców **Marsa** (**Fobos** i **Deimos**), aż po większe od Merkurego satelity:
 - **Jowisza** – **Ganimedes** (nr 1 wg wielkości),
 - **Saturna** – **Tytan** (nr 2 wg wielkości).
- Obecnie w Układzie Słonecznym znanych jest **288 księżyców**, należących do 6 planet (dane z 2025 r.; wg różnych źródeł mogą być różne) lub kilkaset księżyców należących do planet i planetoid (łącznie **309 księżyców**).
 - Wszystko wskazuje, że liczba ta się zwiększy – należy spodziewać się, że wraz z rozwojem badań kosmosu ich liczba wzrośnie.



Zaćmienie Słońca i Księżyca

- Zarówno zaćmienia Słońca, jak i zaćmienia Księżyca, wymagają spełnienia głównego warunku – ustawienia wszystkich **trzech ciał niebieskich dokładnie w jednej linii**, co zdarza się wyłącznie:
 - w **pełni Księżyca (zaćmienie Księżyca)**,
 - w **nowiu Księżyca (zaćmienie Słońca)**.
- Nie każdy now i nie każda pełnia wiążą się z zaćmieniem.
 - Orbita Księżyca jest odchylona od płaszczyzny ekliptyki o kąt około $5^{\circ}09'$ – w związku z tym zaćmienia zdarzają się tylko wtedy, kiedy Księżyc znajduje się w jednym z tzw. punktów węzłowych, leżących na przecięciu jego okołozemskiej orbity z ekliptyką.

Zaćmienia Księżyca



KONIEC



Materiały pomocnicze do nauki
Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)

Opracowanie i redakcja: *Sławomir Dmowski*
Kontakt: *kontakt@geografia24.eu*

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE
- KOPIOWANIE ZABRONIONE -